

Наука — виробництву

УДК 62.026.004.67

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВИХ ТРУБОПРОВІДІВ КОМПОЗИТНИМИ БАНДАЖАМИ І ГІДРОФОБІЗАЦІЄЮ ҐРУНТІВ

*Б.В.Коне́й, А.М.Найда**ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42353,
e-mail: koreyb@nung.edu.ua*

Описана новая методика увеличения срока службы нефтегазопромысловых трубопроводов, которая в основном состоит из двух частей: усиление трубопровода полимерно-композитным бандажем и засыпкой трубопровода гидрофобизованным грунтом. Приведен короткий анализ использования разных типов гидрофобизации грунтов и обосновано выбор наиболее подходящего типа гидрофобизации для нефтегазопромысловых труб. Детально описана сама методика, на основе которой проведено экспериментальное исследование, которое показало эффективность данной методики.

In the article the new methodic of increasing of term of using of oil and gas pipelines has been described, which mainly consists of two parts: strengthening of pipeline by polymer-composite bandage and covering it by hydrofobised soil and there has been made a choice of necessary kind of hydrofobisation for oil and gas pipelines. In details the methodic has been described, on the base of which there have been made experimental investigation, which showed efficiency of the methodic.

На сьогоднішній день значну частину нафтогазопромыслових трубопроводів ізолюють полімерними захисними покриттями. Термін їх працездатності становить близько 15 років, що приблизно у два рази нижче від нормальної експлуатації всього трубопроводу, а це зумовлює проведення капітальних ремонтів з заміною ізоляції, хоч сам полімерний матеріал може служити 40 років і більше. Аналогічна ситуація відбувається і з підсилювальними бандажами, намотаними на тіло труби. Хоч підсилювальний бандаж і виконаний з полімерно-композитних матеріалів (ПКМ), які можуть служити більше 40 років, однак шкідливий вплив навколишнього середовища, механічних пошкоджень зменшують термін придатності бандажу більш як в 2 рази. Для збільшення строку служби бандажу, а отже і трубопроводу загалом в статті пропонується прокладання трубопроводів в гідрофобізованих ґрунтах. Гідрофобізовані ґрунти — це ґрунти, які оброблені в'язкими продуктами і які мають підвищену водостійкість, водонепроникність, низьку корозійну активність і газонепроникність.

Намотані на тіло трубопроводів підсилювальні бандажі з ПКМ підвищують міцність трубопроводів на 22-25% [1]. Однак ще не існує такого адгезійного матеріалу, який би створював ідеальний контакт між бандажем і тілом трубопроводу. Погана адгезія матеріалу бандажу призводить до здуття шарів бандажу, що призводить до проникнення вологи з повітря або ґрунтових вод під шари бандажу і безпосередньо до труби в процесі експлуатації. Намотаний бандаж дуже чутливий до дії механічних пошкоджень, оскільки зазвичай адгезія між шарами бандажу, бандажу і трубопроводу здійснюється за допомогою епоксидних клеїв, а адгезія на основі таких клеїв хоч і створює потрібний контакт бандажу і трубопроводу, однак надзвичайно чутлива до дії механічних пошкоджень, шкідливого впливу навколишнього середовища, зокрема різких перепадів температур, опадів. Все це призводить до того, що волога проникає між матеріалом бандажу і трубопроводу, де створюються сприятливі умови для корозії матеріалу труби, а бандаж в свою чергу перестає виконувати свої функції зміцнення труби. Звичайно, існує чимало способів намотки бандажу на трубу, використання різних адгезійних матеріалів, які б зменшили вплив середовища і механічних пошкоджень на трубопровід з бандажем, однак ніякий з цих способів не створює ефективного антикорозійного захисту трубопроводів, а отже істотно не впливає на термін служби бандажу і трубопроводу загалом.

Для підвищення терміну служби бандажів з ПКМ, намотаних на трубопроводи, а отже і збільшення строку служби трубопроводу за-

пропоновано прокладання або обсіпка трубопроводів, на які намотані бандажі, в гідрофобізованих ґрунтах. Сьогодні існує кілька десятків видів гідрофобізації ґрунтів. Однак не всі вони підходять у нашому випадку. У вітчизняній і закордонній практиці при розробці методів технічної меліорації ґрунтів широко використовуються різні органічні і мінеральні продукти, переважно для зміцнення ґрунтів і створення протифільтраційних екранів. Використовуються такі способи закріплення ґрунтів: цементация, глинизація, бітумізація, силікатизація, смолизація й ін. Для цементации ґрунтів використовуються цементні, цементно-піщані і цементно-глинисті тампонажні розчини. Спосіб глинизації був розроблений і успішно застосований для заповнення порожнеч при проходці шахт. Спосіб бітумізації полягає в нагнітанні через пробурені шпари розплавленого бітуму, який, остигаючи в тріщинах, збільшує водонепроникність ґрунтів [2, 3].

Спосіб силікатизації використовується здебільшого для закріплення просадних ґрунтів, при цьому розчин силікату натрію вступає в хімічну реакцію із солями закріплюваних ґрунтів. Проведено низку досліджень щодо смолизації ґрунтів. Найбільше застосування при зміцненні ґрунтів під фундаментами споруджень одержали карбамідні смоли [4].

Проведено дослідження із застосування універсину (суміші крекінг-залишку і легкого газойлю у співвідношенні 1:1) для закріплення насипів трубопроводів. Встановлено, що цей продукт володіє недостатніми сполучними властивостями.

В трубопроводному будівництві останнім часом накопичений певний досвід щодо використання в'язучого літньої модифікації (ВМТ-Л) для магістральних трубопроводів для закріплення і гідрофобізації ґрунтів при виконанні таких робіт, як баластування, берегоукріплення і закріплення схилів. З метою цілорічного ведення будівельних робіт з використанням закріплених ґрунтів розроблений в'язучий для магістральних трубопроводів зимової модифікації — ВМТ-3, що володіє добрими гідрофобними та сполучними властивостями і може ефективно застосовуватися для закріплення ґрунтів при температурі навколишнього повітря до мінус 25°C.

Вибір компонентів в'язучого обумовлений експлуатаційними вимогами. Смолисто-асфальтенові речовини, що входять до складу важких осадів, забезпечують високі захисні, когезійні і в'язучі властивості вуглеводневої суміші, а отже, механічну міцність закріплених ґрунтів. Важкий залишок деструктивного процесу надає речовині високу проникну властивість, забезпечуючи добре зчеплення з поверхнею ґрунтових частинок, покращує змочувальні та гідрофобні властивості, а отже, підвищує водостійкість закріплених ґрунтів. Змішування залишків з легкими фракціями, багатими ароматичними вуглеводнями, дає змогу наносити в'язучий ВМТ-3 на поверхню ґрунту в мілкодиспергова-

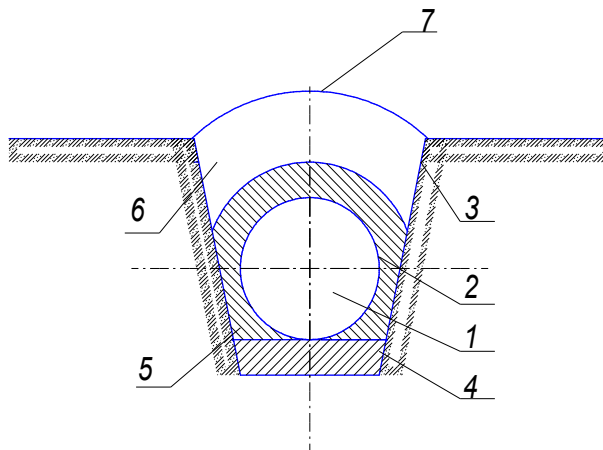
ному стані без розігрівання суміші при температурі до мінус 25°C [5].

ВМТ-3, ВМТ-Л є дешевими залишками нафтопереробки і належить до класу рідких бітумів.

Як показали експериментальні дослідження [6], із всіх розглянутих вище продуктів для гідрофобізації ґрунтів найкращими для підвищення корозійної стійкості трубопроводів як за вартістю, так і за своїми властивостями є продукти ВМТ-3, ВМТ-Л. Вони є малотоксичними і малонебезпечними продуктами, вививання вуглеводнів з гідрофобізованих ґрунтів (ГФГ) складає 0,01-0,02 мг/л, в той час як гранично допустима концентрація вуглеводнів в стічних водах складає 5 мг/л [5, 6].

Отже обґрунтовано, що для нафтогазопромислових трубопроводів гідрофобізацію ґрунтів краще здійснювати за допомогою в'язучих ВМТ-Л і ВМТ-3, які належать до класу рідких бітумів, що складаються з залишку термічного крекінгу гудрону нафти з легким газойлем коксування і нафтового бітуму, також можна використовувати гідрофобізовані ґрунти, в'язучі яких є на основі карбамідних смол. За відсутності перелічених вище в'язучих можна використовувати інші рідкі бітуми, що складаються з залишку термічного крекінгу гудрону нафти з легким газойлем коксування і нафтового бітуму.

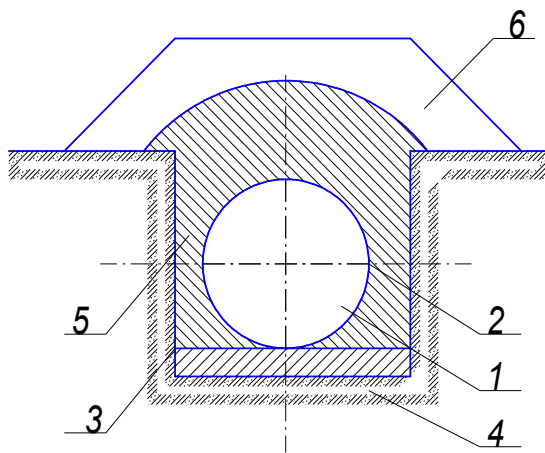
Прокладання трубопроводів в гідрофобізованих ґрунтах має декілька варіантів. На рис. 1-3 зображені підземна, напівпідземна і наземна схеми прокладки трубопроводу в обсіпці з гідрофобізованого ґрунту.



- 1 – трубопровід; 2 – шар бандажу; 3 – траншея;
4 – шар підготовки з гідрофобізованого ґрунту;
5 – шар обсіпки з гідрофобізованого ґрунту;
6 – шар мінерального ґрунту; 7 – валик ґрунту

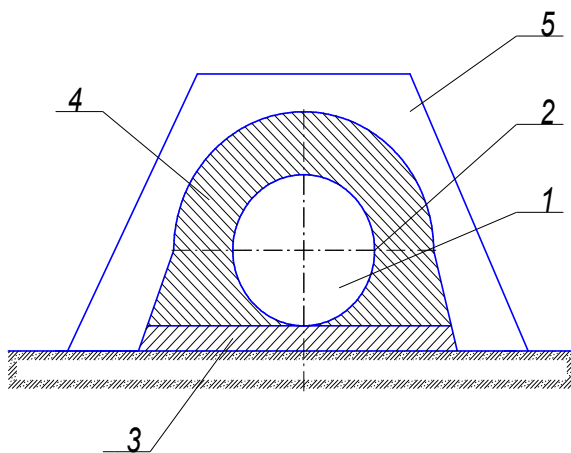
Рисунок 1 — Схема прокладки підземного трубопроводу в обсіпці з гідрофобізованих ґрунтів

Підземна схема прокладання труб є найбільш поширеною (98% від всієї протяжності) і передбачає прокладання трубопроводу в ґрунт на глибину, що перебільшує діаметр труб.



- 1 — трубопровід; 2 — шар бандажу; 3 — траншея;
4 — шар підготовки з гідрофобізованого ґрунту;
5 — шар обсіпки з гідрофобізованого ґрунту;
6 — шар мінерального ґрунту

Рисунок 2 — Схема прокладки напівпідземного трубопроводу в обсіпці з гідрофобізованих ґрунтів



- 1 — трубопровід; 2 — шар бандажу;
3 — шар підготовки з гідрофобізованого ґрунту;
4 — шар обсіпки з гідрофобізованого ґрунту;
5 — шар мінерального ґрунту

Рисунок 3 — Схема прокладки наземного трубопроводу в обсіпці з гідрофобізованих ґрунтів

Напівпідземна схема прокладання використовується при перетині трубопроводів заболочених ділянок, за наявності підстилаючих скальних порід і при перетині інших комунікацій. Трубопровід укладається в ґрунт на глибину меншу від діаметра труб з подальшим обвалуванням виступаючої частини.

Наземна схема укладки використовується переважно в сильнообводнених і заболочених районах за наявності і при перетині інших комунікацій.

Методика збільшення терміну служби трубопроводів шляхом намотки на них полімерно-композитних бандажів і прокладок в гідрофобізованих ґрунтах полягає в:

1. Зниженні тиску в нафтопроводі до $(0,3-0,4) P_{\text{роб}}$.
 2. Розкритті нафтопроводу на ділянці його ремонту.
 3. Зачищенні поверхні труби до металево-го блиску. Зона очищення повинна перевищувати зону пошкоджень на 100 мм з кожного боку. Якість поверхні повинна відповідати ГОСТ 9.402-80.
 4. Обезжиренні зачищеної зони трубопроводу уайт-спіритом ГОСТ 3134-78. Перерва — до наступної операції не більше 0,5 години.
 5. Нанесенні шару клею К-153 ОСТ 92-0949-74 на знежирену поверхню.
 6. Підготовці склотканини Т-10-80 ГОСТ 19170-73. Попередньо склотканину сушити при температурі 100-110°C протягом 36 годин і прожарити при температурі 180-190°C протягом 1 години. Для зв'язуючого використати епоксидну смолу ЕДТ-10П ОСТ 92-0957-82, затверджувач — ізометилтетрагідрофталевий ангідрид ІЗО-МТГФА ТУ 6-10-124-83 і прискорювач полімеризації 2,4,6-трис (дим етил-амін) (метил) фенол УПО 60612 згідно з ТУ 6-00209817.035-73. Для зв'язуючого можна також застосовувати поліефірні смоли ПН-15 або ПН-16 згідно з ГОСТ 27952-88, затверджувач — перекис метилетилкетону ПМЕК згідно з ТУ 6-01-465-88, ізопропилбензолу гідропероксид технічний (гіперіз) згідно з ТУ38.402-62-211-76, прискорювачі — перекис бензолу, нафтонат кобальту НК-1, НК-2, НК-3 згідно з ТУ 6-05-1075-76 і каталізатор — диметаланілін технічний згідно з ГОСТ 2168-83. На висохнутий до відлипання адгезійний шар нанести пензлем шар зв'язуючого і зразу перший шар склотканини пристроєм, який забезпечить натяг тканини не менше 200 Н та просочування її зв'язуючим. Товщина бандажу повинна бути 6...20 мм.
 7. Приготуванні і укладці гідрофобізованого ґрунту під трубопроводом або в лотку, викопаному під тим місцем трубопроводу, де проводився ремонт.
 8. Перемішуванні мінерального ґрунту з ВМТ або іншими в'язучими.
 9. Обсіпці трубопроводу гідрофобізованим ґрунтом.
 10. Ущільненні гідрофобізованого ґрунту.
 11. Кінцевій засипці трубопроводу гідрофобізованим ґрунтом і рекультивації.
- Для перевірки ефективності даної методики було проведено експериментальне дослідження. На трубопроводі, по якому транспортувався етилен, були визначені три схожі ділянки, які були частково прокородовані як ззовні, так і всередині. На одну з них намотали бандаж і засипали гідрофобізованим ґрунтом, в'язучий якого був на основі карбамідних смол (наземна прокладка), на другу тільки намотали бандаж, а третю ділянку лишили такою, якою вона була до експерименту. Через рік експлуатації були зроблені такі спостереження. Третю ділянку трубопроводу вже через півроку довелося замінити. На другій ділянці місцями спостерігалось розшарування шарів бандажу внаслідок впливу

навколишнього середовища, що дало підстави зробити висновок, що бандаж, хоч ще і виконував свої функції підсилення, однак через деякий час його доведеться замінити. На першій же ділянці практично ніяких змін в бік погіршення не спостерігалось.

Отже, можна зробити висновок, що використання методики збільшення терміну служби трубопроводів шляхом намотки на них полімерно-композитних підсилювальних бандажів і прокладки в гідрофобізованих ґрунтах дає змогу збільшити термін служби підсилювального бандажу вдвічі, сприяючи збільшенню терміну служби і самого трубопроводу, особливо, коли йдеться про нафтогазопромислові трубопроводи.

Література

1. Копей Б.В., Найда А.М., Розгонюк В.В., Максимук О.В., Щербина Н.М. Експериментальні дослідження зміцнення пошкодженої стаєвої труби композитним бандажем // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2004. – № 1(10). – С.26-32.

2. Гончарова Л.В. Основы искусственного улучшения грунтов. – М.: МГУ, 1973. – 376 с.

3. Электрохимическая защита от коррозии / В.Н.Остапенко, Л.Н.Ягупольская, В.В.Лукович и др. Отв. ред. Пилянкевич А.Н. – К.: Наукова думка, 1988. – 192 с.

4. Защита металлических сооружений от подземной коррозии: Справочник / И.В.Стрижевский, А.М.Зиневич, К.К.Никольский и др. – М.: Недра, 1982. – 293 с.

5. Разработка технологии получения и применения вяжущих веществ для закрепления слабонесущих грунтов: Отче о НИР/БГПИ. – №ГР01830045091. – Уфа, 1985. – 112 с.

6. Ведерникова Т.Г., Мустафин Ф.М. К вопросу гидрофобизации минеральных грунтов на объектах трубопроводного транспорта // Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ: Сб. науч. тр. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002. – С.85-92.

УДК 62.026.004.67

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ НА ОСНОВІ С-КРИТЕРІЮ

¹В.М.Івасів, ¹Р.В.Рачкевич, ²А.В.Козлов

¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42002,
e-mail: ndingt@nung.edu.ua

²ДАТ „Чорноморнафтогаз”, 95000, м. Сімферополь, проспект Кірова, 52,
тел. (0652) 523403

Рассмотрены результаты исследования усталостной прочности резьбовых соединений труб СБТ-50 с целью обоснования возможности использования С-критерия для прогнозирования долговечности элементов буровой колонны в эксплуатационных условиях.

In the article the authores gives the results of the research into fatiguing strength of threaded connection of drill pipes SBT-50 with the object of basing the opportunity of application of C-criterion for prediction of the life of drilling shaft's elements in operating conditions.

Сучасні тенденції розвитку нафтогазової галузі полягають у збільшенні обсягів похило-скерованого буріння та середніх глибин свердловин з одночасним підвищенням швидкості проходки. Це призводить до все більш жорстких умов експлуатації бурової колоні і як наслідок до підвищення ймовірності відмов її елементів та створення аварійних ситуацій. Незважаючи на існуючі методи та засоби прогнозування довговічності, кількість втомних відмов елементів бурових колон залишається вагомим. Так, в роботах авторів [1, 2] зазначається, що при бурінні свердловин в зоні Перської затоки на кожні 1980 метрів проходки мала місце одна аварія, пов'язана з втомою металу бурової колоні, а в 2003 р. під час буріння

геологорозвідувальної свердловини в Мексиканській затоці протягом шести днів зафіксовано п'ять втомних відмов бурових труб.

Отже, запобігання втомному руйнуванню елементів бурової колоні є важливою науково-технічною проблемою. Для її вирішення розроблено цілу низку методів, частина з яких базується на безрозмірних критеріях витривалості. Так, в роботах [3-5] для прогнозування довговічності резьбових з'єднань бурової колоні використовувався G-критерій, який є безрозмірною функцією від ступеня пошкодження досліджуваного з'єднання D і в процесі експлуатації знижується від початкового G_0 до критичного G_C значення